

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057637 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01H 33/66**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2003/004205**

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
102 61 811.9 19. Dezember 2002 (19.12.2002) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];**
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

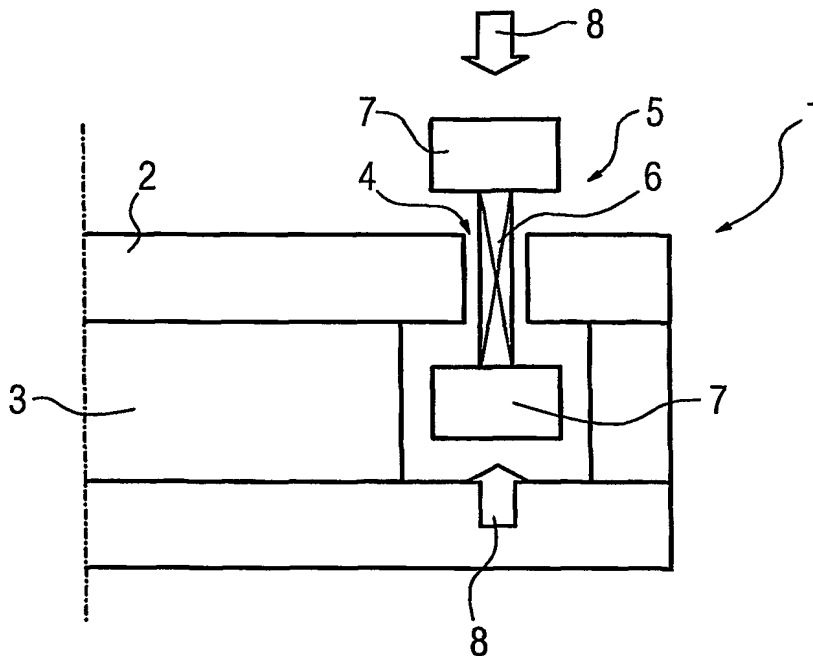
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BÖTTCHER, Mar-
tin [DE/DE];** Eosanderstrasse 10, 10587 Berlin (DE).
KAMPF, Marcus [DE/DE]; Sponholzstrasse 12, 12159
Berlin (DE). **PROTZE, Carsten [DE/DE];** Wallotstrasse
10A, 01307 Dresden (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **ELECTROMAGNETIC ACTUATOR**

(54) Bezeichnung: **ELEKTROMAGNETISCHER ANTRIEB**



(57) Abstract: According to the invention, an electromagnetic actuator (1) for a switch, operating in the medium voltage range, comprising at least one magnet body (2, 3), defining an air gap, a moving body (5), arranged in the air gap (4), guided to move relative to the magnet body (2, 3), at least one permanent magnet and at least one conductor (6), through which a current may flow, whereby the conductor(s) (6) extend(s) at least partly into a magnetic field generated by the permanent magnets on a movement of the moving body (5), may be produced such as to be able to be fixed in the end positions thereof in a simple manner, whereby the moving body (5) is fixed to at least one soft-magnetic locking body (7) and the magnetic field generated by the permanent magnet(s) (3) flows through the locking body (7) in an end position of the moving body (5) in which the air gap (4) for the magnetic field is bridged by the locking body (7).

(57) Zusammenfassung: Um einen elektromagnetischen Antrieb (1) für einen Schalter, insbesondere im Bereich der Mittelspannungstechnik, mit wenigstens einem Magnetkörper (2, 3), der einen Luftspalt begrenzt, einem in dem Luftspalt (4) angeordneten dem Magnetkörper (2, 3) gegenüber beweglich geführten Bewegteil (5), wenigstens einem Permanentmagneten und wenigstens einem mit Strom beaufschlagbaren Leiter (6), wobei sich der oder die Leiter (6) bei einer Bewegung des Bewegteils (5) zumindest teilweise in einem von dem oder den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Fluss erstreckt/erstrecken, bereitzustellen, der in seinen Endlagen auf einfache Art und Weise fixiert werden kann, wobei jedoch die einfache Steuerung der Antriebsbewegung erhalten bleibt, wird vorgeschlagen,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/057637 A1



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CN, JP, RU, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

dass das Bewegteil (5) fest mit wenigstens einem weichmagnetischen Verriegelungskörper (7) verbunden ist und dass der von dem/den Permanentmagneten (3) erzeugte magnetische Fluss den Verriegelungskörper (7) in einer Endlage des Bewegteils (5) durchsetzt, wobei der Luftspalt (4) durch den Verriegelungskörper (7) für den magnetischen Fluss überbrückt ist.

Beschreibung

Elektromagnetischer Antrieb

5 Die Erfindung betrifft einen Elektromagnetischer Antrieb für einen Schalter, insbesondere im Bereich der Mittelspannungstechnik, mit wenigstens einem Magnetkörper, der einen Luftspalt begrenzt, einem in dem Luftspalt angeordneten dem Magnetkörper gegenüber beweglich geführten Bewegteil, wenigstens
10 einem Permanentmagneten und wenigstens einem mit Strom beaufschlagbaren Leiter, wobei sich der oder die Leiter bei einer Bewegung des Bewegteils zumindest teilweise in einem von dem oder von den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Fluss erstreckt/erstrecken.

15

Ein solcher elektromagnetischer Antrieb ist beispielsweise aus der DE 198 15 538 A1 bekannt. Der dort offenbarte Antrieb weist einen Drehstromlinearmotor auf, der aus mehreren Motormodulen zusammengesetzt ist. Das Motormodul weist eine be-
20 stimmte Anzahl von feststehenden Motorspulen sowie diesbezüglich längsbeweglich geführte Bewegungsteile mit Permanentmagneten auf. Durch die Erregung der Motorspulen entsteht ein magnetisches Feld, in dem die Permanentmagnete des Bewegungsteils angeordnet sind. Aufgrund der erzeugten Lorenzkraft kommt es zu
25 einer Antriebsbewegung des Bewegungsteils, das über eine Schaltstange mit dem Bewegkontakt eines Schalters verbunden ist. Zum Einschalten des Vakuumschalters wird der Bewegkontakt durch den Drehstromlinearmotor gegen einen feststehenden Kontakt des Schalters gepresst, wobei das Bewegungsteil eine Endlage
30 erreicht.

Aus der WO 95/07542 ist ein elektromagnetischer Antrieb bekannt, der ein rahmenförmig geschlossen verlaufenes Joch aus

weichmagnetischem Material aufweist, das zur Vermeidung von Wirbelströmen aus Lamellen stapelweise zusammengesetzt ist. Das Joch bildet einen Hohlraum aus, in dem ein aus weichmagnetischem Material bestehender Anker zwischen zwei Endlagen
5 beweglich geführt ist. In jeder Endlage kontaktiert der Anker mit einer seiner Stirnseiten das weichmagnetische Joch, wobei zwischen der anderen, der Kontaktstelle gegenüberliegenden Stirnseite des Ankers und dem geschlossen umlaufenden Joch ein Luftspalt definiert ist. In dem Hohlraum des Joches sind
10 ferner zwei Spulen befestigt, die jeweils eine der Stirnseiten des Ankers umgeben. Zwischen den Spulen sind Permanentmagnete zur Erzeugung eines magnetischen Flusses vorgesehen. Aufgrund des Luftspaltes bleibt der Anker in der jeweiligen Endlage fixiert. Durch die Erregung der Spule, welche die
15 luftspaltenseitige Stirnseite umschließt, wird in dem Luftspalt ein so hoher magnetischer Fluss erzeugt, dass zur Verringerung des magnetischen Widerstandes der Anker vom Joch abgerissen und unter Schließung des Luftspaltes in seine
zweite stabile Endlage überführt wird, in der er mit seiner
20 anderen Stirnseite, die zuvor den Luftspalt begrenzte, an dem Joch anliegt. Der Erregerstrom der Spule kann nunmehr unterbrochen werden, da der Anker auch in dieser Endlage fixiert ist.

25 Die beiden zuvor beschriebenen vorbekannten Magnetantriebe fußen auf unterschiedlichen physikalischen Effekten. Der elektromagnetische Antrieb gemäß der DE 198 15 538 A1 nutzt zur Erzeugung der Antriebswirkung die sogenannte Lorentzkraft, die bei Bewegung geladener Teilchen in einem Magnetfeld entsteht. Die Wirkung eines elektromagnetischen Antriebes
30 gemäß der WO 95/07542 ist auf den physikalischen Effekt zurückzuführen, dass sich ein magnetisches Feld bevorzugt in einem Material mit einer hohen magnetischen Permeabilität

oder, mit anderen Worten, in einem Material mit einem geringen magnetischen Widerstand ausbreitet. Durch die Verschiebung des Ankers wird das Gesamtsystem von einem energetisch ungünstigen Zustand mit einem hohen magnetischen Potential in
5 einen energetisch günstigeren Zustand überführt, in dem ein Luftspalt geschlossen ist und der magnetische Fluss nahezu ausschließlich ein Material mit geringem magnetischen Widerstand durchsetzt. Die Kraft zur Überführung des Systems in den energetisch günstigen Zustand ergibt sich durch Gradientenbildung. Antriebe, die auf einem solchen Effekt basieren,
10 werden auch Reluktanzantriebe genannt.

Elektromagnetische Antriebe, die auf der Lorenzkraft basieren, weisen eine hohe Dynamik auf und können darüber hinaus
15 auf einfache Art und Weise, nämlich über den durch das Magnetfeld geführten Strom, gesteuert werden. Nachteilig ist jedoch, dass diese Antriebe keine stabilen Endlagen oder Zwischenstellungen einnehmen, sondern erforderlichenfalls durch zusätzliche Mittel in den jeweils vorgesehenen Endlagen fixiert werden müssen. Hierzu werden üblicherweise Federn,
20 Klinken oder dergleichen eingesetzt, deren Kraftwirkung nur mit Aufwand aufzuheben ist. Reluktanzantriebe zeichnen sich in der Regel durch eine stabile Endlagenfixierung aus. Ihnen haftet jedoch der Nachteil einer stark unlinearen Weg-Kraft-Kennlinie an, die entweder nur schwer oder aber zu Lasten der Haltekraft in den Endlagen oder zu Lasten des Bauraumes beeinflusst werden kann.
25

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen elektromagnetischen Antrieb der eingangs genannten Art bereitzustellen, der in
30 seinen Endlagen auf einfache Art und Weise fixiert werden kann, wobei jedoch die einfache Steuerung der Antriebsbewegung erhalten bleibt.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass das Bewegteil fest mit wenigstens einem weichmagnetischen Verriegelungskörper verbunden ist und dass der von dem/den Permanentmagneten erzeugte magnetische Fluss den Verriegelungskörper in einer Endlage des Bewegteils durchsetzt, wobei der Luftspalt durch den Verriegelungskörper für den magnetischen Fluss überbrückt ist.

10 Der erfindungsgemäße elektromagnetische Antrieb macht sich sowohl die Lorenzkraft als auch die aus einer Herabsetzung des magnetischen Widerstandes resultierende Kraftwirkung oder mit anderen Worten die Reluktanzkraft zunutze. Dazu wird in zumindest einer Endlage durch den Verriegelungskörper ein
15 Luftspalt überbrückt, der den magnetischen Widerstand für den magnetischen Fluss erhöht. Das Bewegteil hat somit einen energetisch günstigen Zustand eingenommen. Nach dem Ablösen des Verriegelungskörpers aus seiner Endlage ist der magnetische Fluss gezwungen, über den in dem Magnetkörper vorgesehe-
20 nen Luftspalt oder aber über zwischen dem Magnetkörper und dem Verriegelungskörper ausgebildete und sich vergrößernde Luftspalte zu fließen, wodurch sich der magnetische Widerstand erhöht. Auf diese Weise ist im Hinblick auf die Endlage ein magnetisch ungünstigerer Zustand eingestellt. Es entsteht
25 eine dem Ablösen entgegenwirkende Magnetkraft. Das Bewegteil ist über eine zweckmäßige Mechanik, beispielsweise Antriebsstangen und Kraftübertragungshebel, mit einem beweglichen Schaltkontakt eines Schalters, insbesondere eines Vakuum-
30 schalters, verbindbar. Dabei ist in einer Endlage des Antriebes der bewegliche Schaltkontakt fest im Kontakt mit einem ortsfesten Kontaktstück des Schalters.

Bei einem Stromfluss über die Kontakte des Schalters werden durch die sich an den Kontakten ausbildenden Engstellen einander abstoßende Kräfte erzeugt. Durch die Verriegelung der Endlage des Antriebs ist ein Abheben der Kontakte voneinander
5 und damit die Ausbildung eines energiereichen Lichtbogens, insbesondere im Kurzschlussfall, vermieden.

Die auf die Verringerung des magnetischen Widerstandes für den magnetischen Fluss beruhende Kraftwirkung weist eine
10 stark nichtlineare Charakteristik auf, da bei kleinen Abständen des Verriegelungskörpers von dem Magnetkörper hohe Kräfte erzeugt werden. Bei mittleren Weglagen, in denen der Verriegelungskörper von dem Joch weiter beabstandet ist, erfolgt der Antrieb nahezu ausschließlich über Lorenzkräfte. Der er-
15 findungsgemäße elektromagnetische Antrieb kann daher in den mittleren Weglagen des Bewegteils auf einfache Art und Weise, nämlich entweder über zweckmäßige Speisung des Leiters mit Strom oder durch Änderung des elektromagnetisch mittels Spulen erzeugten magnetischen Flusses gesteuert werden. In den
20 Endlagen ist jedoch gleichzeitig eine ausreichend hohe Verriegelungskraft bereitgestellt, um das Abheben eines beweglichen Schaltkontaktes von einem ortsfesten Gegenkontakt auch im Kurzschlussfall zu vermeiden.

25 Dabei ist keineswegs notwendig, dass der Verriegelungskörper zur Überbrückung an den den Luftspalt begrenzenden Bereichen des oder der Magnetkörpers/er anliegt. Vielmehr kann der Verriegelungskörper auch mit einem geringen Abstand zu diesen Bereichen gehalten werden, so dass in diesen Fällen bei-
30 spielsweise eine permanente Andruckskraft für den Schaltkontakt gegen den Festkontakt des Schalters erzeugbar ist. Wesentlich ist jedoch, dass der magnetische Widerstand in der Endlage gegenüber anderen möglichen Weglagen minimiert ist.

An dem Bewegteil sind beispielsweise Permanentmagnete befestigt, wobei der von ihnen und möglicherweise auch der von dem Leiter erzeugte magnetische Fluss in einer Endstellung des Verriegelungskörpers teilweise über den Verriegelungskörper fließt, so dass der Widerstand des gesamten Magnetkreises in der Endstellung minimiert ist.

Abweichend davon weist das Bewegteil wenigstens eine Spule mit einem Träger auf, der von dem Leiter umwickelt ist, wobei jeder Verriegelungskörper mit einer Stirnseite der Spule verbunden ist. Gemäß dieser zweckmäßigen Weiterentwicklung der Erfindung ist der elektromagnetische Antrieb ein Hubantrieb, wobei der Hub des elektromagnetischen Antriebes der Länge der Spule oder Spulen im Wesentlichen entspricht. Die Verriegelungskörper können einseitig oder beidseitig einer Spule angeordnet sein. Weist das Bewegteil beispielsweise zwei Verriegelungskörper und eine Spule auf, ist es in zwei Endlagen fixiert. Der Einfluss des Verriegelungskörpers auf die Kraft-Weg-Kennlinie des Antriebes ist gegenüber der Variante mit einem Verriegelungskörper erhöht.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterentwicklung umfasst der Magnetkörper neben dem oder den Permanentmagneten ein weichmagnetisches Joch, wobei der von jedem Permanentmagneten erzeugte magnetische Fluss das Joch durchsetzt. Die Verwendung eines Joches zum Führen des magnetischen Flusses hilft Kosten zu senken, da der Luftspalt nicht in einen großen und damit kostenträchtigen Permanentmagneten eingebracht werden muss. Vielmehr reicht die Verwendung eines kleineren Permanentmagneten aus. Das Joch ist vorteilhafterweise ringförmig oder rahmenförmig ausgebildet, wobei durch den beispielsweise rechteckigen Rahmen ein Magnetkreis ausgebildet ist, der le-

diglich durch einen den Rahmenverlauf unterbrechenden Luftspalt unterbrochen ist. Zur Vermeidung von Wirbelströmen ist das Joch aus Lamellen stapelweise zusammengesetzt. Der Magnetkörper und damit der oder die Permanentmagnete sind bezüglich des Bewegungsteils ortsfest. Da das Bewegungsteil bei der Erzeugung der Antriebsbewegung in den Luftspalt eintaucht wird diese Weiterentwicklung der Erfindung auch als ein auf dem Tauchspulenprinzip basierender Antrieb bezeichnet. Ein solcher Antrieb kommt gegenüber Antrieben nach dem Drehstrom-
5 Linearmotorenprinzip mit einer Gleichspannung aus, die aus nur einer Phase eines Drehstromnetzes gewonnen werden kann.
10

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt jeder Verriegelungskörper in der ihm zugeordneten Endlage an dem weichmagnetischen Joch an. Ein Luftspalt zwischen dem Verriegelungskörper und dem Magnetkörper in der Endlage ist somit vermieden. Der Magnetfluss geht von dem Magnetkörper direkt in den Verriegelungskörper über, wodurch der magnetische Widerstand des Magnetkreises minimiert ist. Das Bewegungsteil ist
15 in der Endlage somit besonders fest verriegelt.
20

Vorteilhafterweise ist zum Ablösen des Bewegungsteils aus seiner Endlage eine Feder vorgesehen. Die Haltekraft in der jeweiligen Endlage kann durch ein geeignetes Bestromen der Spule reduziert oder sogar aufgehoben werden. Die Feder unterstützt
25 jedoch das Ablösen des Bewegungsteils aus der Endlage. Als Federn eignen sich beispielsweise Druckfedern, die an einem ortsfesten Widerlager einerseits, sowie an dem von der Spule abgewandten Ende des Verriegelungskörpers abgestützt sind.

30

Bei einer abweichenden Weiterentwicklung der Erfindung ist das Bewegungsteil auf einer Welle gelagert und rotierbar, wobei jeder Verriegelungskörper in einer Endlage an mit dem Magnet-

körper verbundenen Anschlängen anliegt. Bei dieser erfindungs-
gemäßen Weiterentwicklung ist der elektromagnetische Antrieb
kein Linearmotor, sondern erzeugt eine Drehbewegung, die über
die Welle also in Form einer Drehbewegung nach außen getragen
5 wird. Gemäß dieser Weiterentwicklung kann der Magnetkörper
Elektromagnete aufweisen, die ein magnetisches Wanderfeld er-
zeugen.

Bevorzugt weist der Magnetkörper jedoch ein Joch mit einem
10 Permanentmagneten auf, wobei der von dem Permanentmagneten
erzeugte magnetische Fluss die in dem Magnetkörper ausgebil-
dete Ausnehmung oder, mit anderen Worten, den Luftspalt
durchsetzt. Das Bewegteil ist im Wesentlichen passend zu dem
hohlzylindrischen Luftspalt ausgebildet und in diesem drehbar
15 mittels der Welle gelagert. Durch Erregung des Leiters des
Bewegteils wird eine Drehbewegung erzeugt. Der Leiter kann
beispielsweise als Wicklung ausgebildet sein, die von einer
Stromphase gespeist ist. Der Leiter kann jedoch auch durch
mehrere Wicklungen realisiert sein, die von mehreren Strom-
20 phasen erregt werden, so dass ein Wanderfeld entsteht. Die
Endlagen werden durch die Positionierung von zwei Anschlängen
definiert, die fest mit dem Magnetkörper verbunden sind. Im
Endlagenbereich schlägt der beispielsweise stabförmig ausge-
bildete Verriegelungskörper mit seinen gegenüberliegenden
25 Endbereichen an die Anschlüsse an, so dass in der Endlage eine
Überbrückung der Anschlüsse durch den Verriegelungskörper be-
reitgestellt ist. Der magnetische Fluss ist nun nicht mehr
gezwungen, den Luftspalt zu durchsetzen, sondern gelangt ge-
gen geringeren magnetischen Widerstand über den Verriege-
30 lungskörper von einem Anschlag zum anderen.

Zweckmäßigerweise ist das Bewegteil rotationssymmetrisch und der Leiter als wenigstens eine Wicklung auf dem Bewegteil ausgebildet.

- 5 Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei sich entsprechende Bauteile mit dem gleichen Bezugszeichen versehen sind und

10

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes in einer schematischen Darstellung,

- 15 Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes in einer schematischen Darstellung,

- 20 Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes in einer schematischen Darstellung und

- 25 Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes in einer schematischen Darstellung und

- Figur 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes in einer schematischen Darstellung zeigen.

30

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes 1 in einer schematischen Darstellung. Der gezeigte elektromagnetische Antrieb weist einen

aus einem Joch 2 sowie einem Permanentmagneten 3 bestehenden Magnetkörper auf, in dem ein Luftspalt 4 vorgesehen ist. Der Magnetkörper 2, 3 und der Luftspalt 4 bilden einen Magnetkreis für den vom Permanentmagneten 3 erzeugten magnetischen Fluss, wobei der Luftspalt 4 im Vergleich mit dem Magnetkörper 2, 3 einen Bereich mit erhöhtem magnetischem Widerstand darstellt. In den von einem magnetischen Fluss oder Magnetfeld durchsetzten Luftspalt 4 ragt ein Bewegteil 5 hinein, das aus einer Spule 6 sowie einem Verriegelungskörper 7 zusammengesetzt ist. Die Spule 6 verfügt über einen nicht leitenden Spulenträger, beispielsweise aus Kunststoff, der mit sich berührenden und gegeneinander nach außen isolierten Leiter umwickelt ist. Der in den Luftspalt 4 hineinragende Abschnitt der Spule 6 ist dem von dem Permanentmagneten 3 erzeugten magnetischen Fluss ausgesetzt, so dass durch Erregung der Spule mit Strom eine Lorenzkraft erzeugt wird, die je nach Stromrichtung das Bewegteil 5 in den Luftspalt 4 hinein oder aus diesem heraus bewegt. Auf diese Weise wird eine Hubbewegung bereitgestellt, die als Antriebsbewegung beispielsweise für die Unterbrechereinheit in einer Leistungsschaltanlage im Mittelspannungsbereich einsetzbar ist.

Wird das Bewegteil 5 aufgrund der Lorenzkraft in den Luftspalt 4 hineingezogen und ist der doppelte Abstand zwischen dem Verriegelungskörper 7 und dem Joch 2 geringer als der Durchmesser des Luftspaltes 4, wird der magnetische Widerstand des Magnetkreises abgesenkt. Der Luftspalt 4 wird durch den Verriegelungskörper 7 überbrückt. Liegt der Verriegelungskörper 7 vollständig an dem weichmagnetischen Joch 2 an, ist ein geschlossener magnetischer Fluss ausschließlich über Stoffe ermöglicht, die eine hohe Permeabilität und somit einen geringen magnetischen Widerstand aufweisen. Dieser Zustand ist somit energetisch gegenüber einem Magnetkreis mit

Luftspalt begünstigt. Einer Verschiebung des Bewegungsteils 5 in eine Stellung, in der der Verriegelungskörper 7 von dem Joch 2 beabstandet ist, wirkt daher ein Kraftgradient entgegen. Der Verriegelungskörpers 7 ist an dem Joch 2 verriegelt.

5

Zum Abreißen des Verriegelungskörpers 7 vom Joch 2 ist eine in Figur 1 nur schematisch dargestellte Feder 8 vorgesehen, die beispielsweise als Schraubenfeder ausgebildet ist und sich einerseits am Joch 2 und andererseits an der Spule 6 ab-
10 stützt. Liegt der Verriegelungskörper 7 am Joch 2 an, ist die Feder 8 vorgespannt. Durch Speisen der Spule 6 mit Strom wird das die Haltekraft erzeugende permanentmagnetische Feld so weit geschwächt, dass die Feder 8 das Bewegungteil 5 aus der Endlage heraus beschleunigt. Die Feder 8 kann darüber hinaus
15 zur Erzeugung einer permanenten Andruckkraft für einen Bewegkontakt einer Vakuumschaltröhre an deren ortsfesten Festkontakt eingesetzt werden, wobei der Bewegkontakt über eine zweckmäßige Stangen- und Hebelanordnung mit dem Bewegungteil 5 mechanisch verbunden ist, um die Bewegung des Bewegungsteils in
20 den Bewegkontakt einzuleiten.

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes 1. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist das aus zwei Teilstücken 2a und
25 2b bestehende Joch 2 zwei Luftspalte 4 auf, wobei das Bewegungteil 5 sich mit zwei Spulen 6 in jeweils einen der Luftspalte 4 hinein erstreckt. Auf diese Art und Weise ist der Anteil der Lorenzkraft gegenüber der Kraftwirkung aus der Herabsetzung des magnetischen Widerstandes erhöht.

30

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes 1 in einer schematischen Darstellung. Wie in Figur 1 ist in dem weichmagnetischen

schen Joch 2 nur ein Luftspalt 4 vorgesehen. Im Gegensatz zu dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Bewegungsteil 5 jedoch zwei Verriegelungskörper 7 auf, die beidseitig der Spule 6 angeordnet sind. Die Bewegung des Bewegungsteils 5 daher beidseitig begrenzt, so dass zwei Endlagen definiert sind, in denen einer der Verriegelungskörper 7 an dem weichmagnetischen Joch 2 anliegt und das Bewegungsteil 5 sich in der Verriegelungsstellung befindet. Zum Abreißen beider Verriegelungskörper sind zwei Federn 8 vorgesehen, die einander in Bewegungsrichtung des Bewegungsteils 5 gegenüberliegend angeordnet sind und jeweils mit einem ihrer Enden an dem ihnen zugeordneten Verriegelungskörper 7 abgestützt sind, wohingegen das andere Federende auf einem fest mit dem Joch 2 versehenen Widerlager fußt.

Figur 4 zeigt wie Figur 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes, bei dem das weichmagnetische Joch 2 aus zwei Teilstücken 2a und 2b zusammengesetzt ist und zwei Luftspalte 4 ausgebildet sind. Das Bewegungsteil 5 weist zwei Spulenabschnitte 6 auf, die sich in jeweils einen der Luftspalte 4 hinein erstrecken. Im Gegensatz zu Figur 2 weist das Bewegungsteil 5 gemäß Figur 4 drei Verriegelungskörper 7 auf. Das Bewegungsteil 5 ist daher nur zwischen zwei Endlagen verschiebar, in denen jeweils zwei Verriegelungskörper 7 an dem weichmagnetischen Joch 2 anliegen, so dass beide Luftspalte 4 überbrückt sind. Zum Abreißen der Verriegelungskörper 7 sind wiederum zwei Druckfedern 8 vorgesehen, die einander in Bewegungsrichtung des Bewegungsteils 5 gegenüberliegen und jeweils einerseits am Verriegelungskörper 7 und andererseits an einem ortsfesten nicht gezeigten Widerlager abgestützt sind.

In Figur 4 ist ferner schematisch ein Vakuumschalter 9 dargestellt, der aus einem hohlzylindrischen nicht leitenden Keramikabschnitt 10 sowie aus metallischen Stirnseiten 11 und 12 zusammengesetzt ist. Die Stirnseite 11 wird von einem ortsfesten Festkontakt 13 durchgriffen, dem ein axial beweglich geführter Bewegkontakt 14 axial gegenüberliegend angeordnet ist. Der Bewegkontakt 14 ist von einer leitenden Schaltstange 15 gehalten, die einen metallischen Faltenbalg 16 durchgreift, durch den die axiale Bewegungsfreiheit des Bewegkontakts bereitgestellt ist. Zwischen dem Keramikabschnitt 10, den Stirnwandungen 11 und 12 sowie dem Metallfaltenbalg 16 ist eine Vakuumkammer 17 ausgebildet, in der ein Vakuum angelegt ist. Zum Stromanschluss dienen nur schematisch dargestellte Klemmen 18. Die Bewegung des Antriebs wird über einen Hebel 19 sowie eine aus nicht leitendem Material hergestellte Übertragungsstange 20 in den Vakuumschalter eingeleitet, wobei der Hebel 19 über schematisch dargestellte Übertragungsmittel 21 mit dem Antrieb 1 verbunden ist. Zur Erzeugung der notwendigen Andruckkraft für die Kontakte ist eine Kontaktandruckfeder vorgesehen, die beispielsweise in der Übertragungsstange 20 angeordnet ist.

Figur 4 zeigt den Vakuumschalter 9 in einer Zwischenstellung. In einer nicht gezeigten Kontaktstellung hingegen kontaktiert der Bewegkontakt 14 den Festkontakt 13, so dass ein Stromfluss ermöglicht ist. Dabei liegt der unterste Verriegelungskörper 7 sowie der mittlere Verriegelungskörper 7 an dem Joch 2 an, so dass die Kontaktstellung des Vakuumschalters 9 verriegelt ist. Das Abheben des Bewegkontaktes 14 von dem Festkontakt 13 aufgrund von Engstellenkräften ist somit verhindert. In einer Trennstellung liegen der obere Verriegelungskörper 7 und der mittlere Verriegelungskörper 7, letzterer jedoch am unteren Rahmenabschnitt, an dem Joch 2 an.

Bei den in Figur 3 und Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispielen ist der Einfluss der Verriegelungskörper 7 und somit der Anteil der Reluktanzkraft gegenüber der Lorenzkraft erhöht.

5

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektromagnetischen Antriebes 1. Der dort gezeigte elektromagnetische Antrieb 1 weist einen aus einem weichmagnetischen Joch 2 sowie zwei Permanentmagneten 3 bestehenden Magnetkörper auf, wobei der Magnetkörper im Wesentlichen rahmenförmig ausgebildet ist und zwei keilstumpfförmig aufeinander zuweisende Vorsprünge 22 aufweist. Die Vorsprünge 22 begrenzen den Luftspalt 4. Das Bewegteil 5 ist mittels einer in Figur 5 nicht gezeigten Welle in dem Luftspalt 4 drehbar gelagert und mit einem als Wicklung ausgebildeten Leiter oder, mit anderen Worten, einer Spule 6 versehen, die hier durch lediglich eine Phase eines Drehstroms erregbar ist.

An dem Bewegteil 5 sind ferner zwei ebenfalls keilstumpfförmig ausgebildeten Verriegelungskörpern 7 vorgesehen, die an einander gegenüberliegenden Seiten des Bewegteils 5 fest mit diesem verbunden sind.

Der von dem Permanentmagneten 3 erzeugte magnetische Fluss wählt den Weg des geringsten magnetischen Widerstandes und durchsetzt die Vorsprünge 22 und damit das Bewegteil 5 sowie die Spule 6. Durch Erregung der Spule 6 kommt es aufgrund der Lorentz-Kraft zu einer Drehbewegung des Bewegteils 5 und auf diese Weise zur Erzeugung einer Antriebskraft für eine Vakuumschaltröhre einer elektrischen Schaltanlage. In einer Kontaktstellung der Schaltkontakte der Vakuumschaltröhre liegen die einander gegenüberliegenden Verriegelungskörper 7 an den Vorsprüngen 22 an, so dass der magnetische Fluss die Vor-

sprünge 22, die Verriegelungskörper 7 sowie das Bewegteil 5 durchsetzt. Dabei sind die Verriegelungskörper 7 aus einem ferromagnetischen Material hergestellt, so dass der magnetische Widerstand wegen der Überbrückung des Luftspaltes 4 herabgesetzt ist. Die Endlagen des elektromagnetischen Antriebes 1 sind daher durch die Reluktanzkraft verriegelt.

Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Antrieb (1) für einen Schalter, insbesondere im Bereich der Mittelspannungstechnik, mit wenigstens einem Magnetkörper (2,3), der einen Luftspalt begrenzt, einem in dem Luftspalt (4) angeordneten dem Magnetkörper (2,3) gegenüber beweglich geführten Bewegungsteil (5), wenigstens einem Permanentmagneten und wenigstens einem mit Strom beaufschlagbaren Leiter (6), wobei sich der oder die Leiter (6) bei einer Bewegung des Bewegungsteils (5) zumindest teilweise in einem von dem oder den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Fluss erstreckt/erstrecken,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Bewegungsteil (5) fest mit wenigstens einem weichmagnetischen Verriegelungskörper (7) verbunden ist und dass der von dem/den Permanentmagneten (3) erzeugte magnetische Fluss den Verriegelungskörper (7) in einer Endlage des Bewegungsteils (5) durchsetzt, wobei der Luftspalt (4) durch den Verriegelungskörper (7) für den magnetischen Fluss überbrückt ist.
2. Elektromagnetischer Antrieb (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Bewegungsteil (5) wenigstens eine Spule (6) mit einem Träger aufweist, der von dem Leiter umwickelt ist, wobei jeder Verriegelungskörper mit einer Stirnseite der Spule (6) verbunden ist.
3. Elektromagnetischer Antrieb (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Magnetkörper den oder die Permanentmagneten (3) sowie ein weichmagnetisches Joch (2) umfasst, wobei der von je-

dem Permanentmagneten (3) erzeugte magnetische Fluss das Joch (2) durchsetzt.

4. Elektromagnetischer Antrieb (1) nach Anspruch 3,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
jeder Verriegelungskörper (7) in der ihm zugeordneten
Endlage an dem weichmagnetischen Joch (2) anliegt.
5. Elektromagnetischer Antrieb (1) nach einem der vorherge-
10 henden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
wenigstens eine Feder (8) zum Ablösen des Bewegungsteils (5)
aus einer Endlage vorgesehen ist.
- 15 6. Elektromagnetischer Antrieb (1) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Bewegungsteil (5) auf einer Welle gelagert und rotierbar
ist und jeder Verriegelungskörper in einer Endlage des
Bewegungsteil an mit dem Magnetkörper verbundenen Anschlüssen
20 anliegt.
7. Elektromagnetischer Antrieb nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Bewegungsteil (5) rotationssymmetrisch und der Leiter als
25 wenigstens eine Wicklung auf dem Bewegungsteil (5) ausgebil-
det ist.

FIG 1

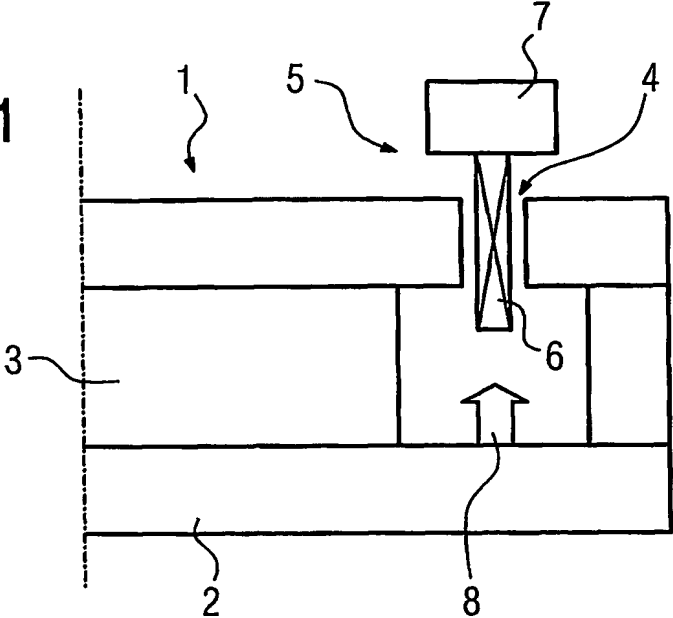
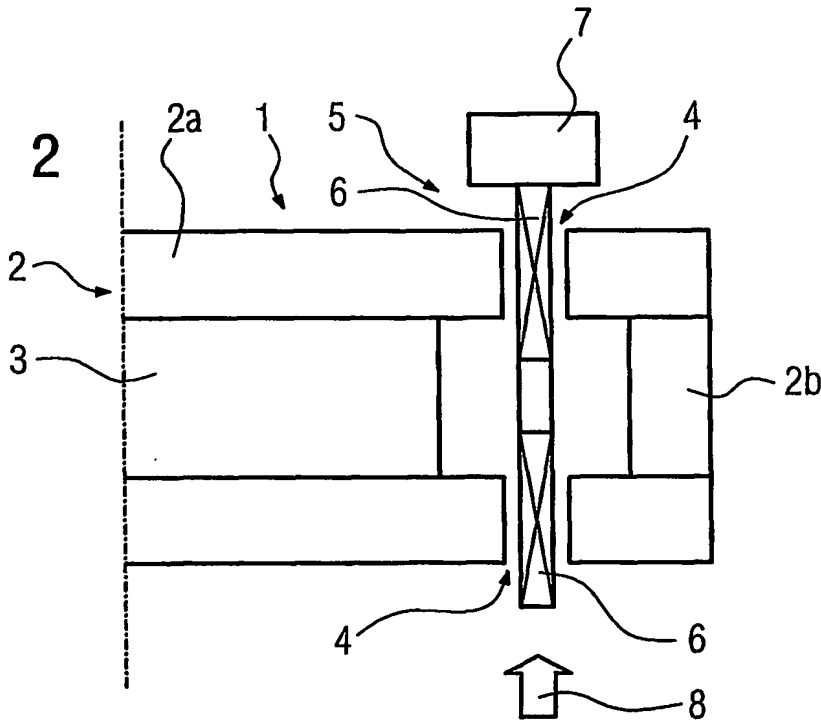


FIG 2



2 / 3

FIG 3

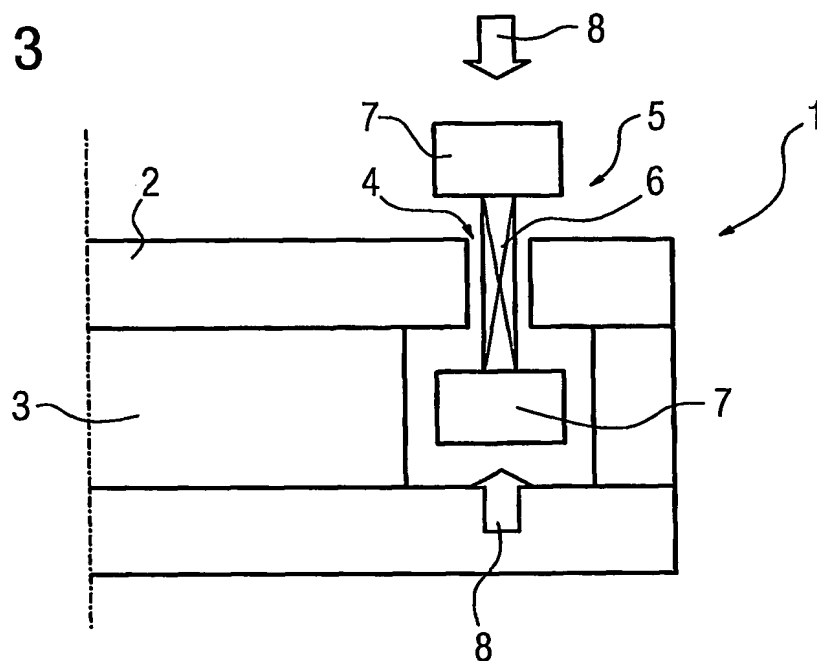


FIG 4

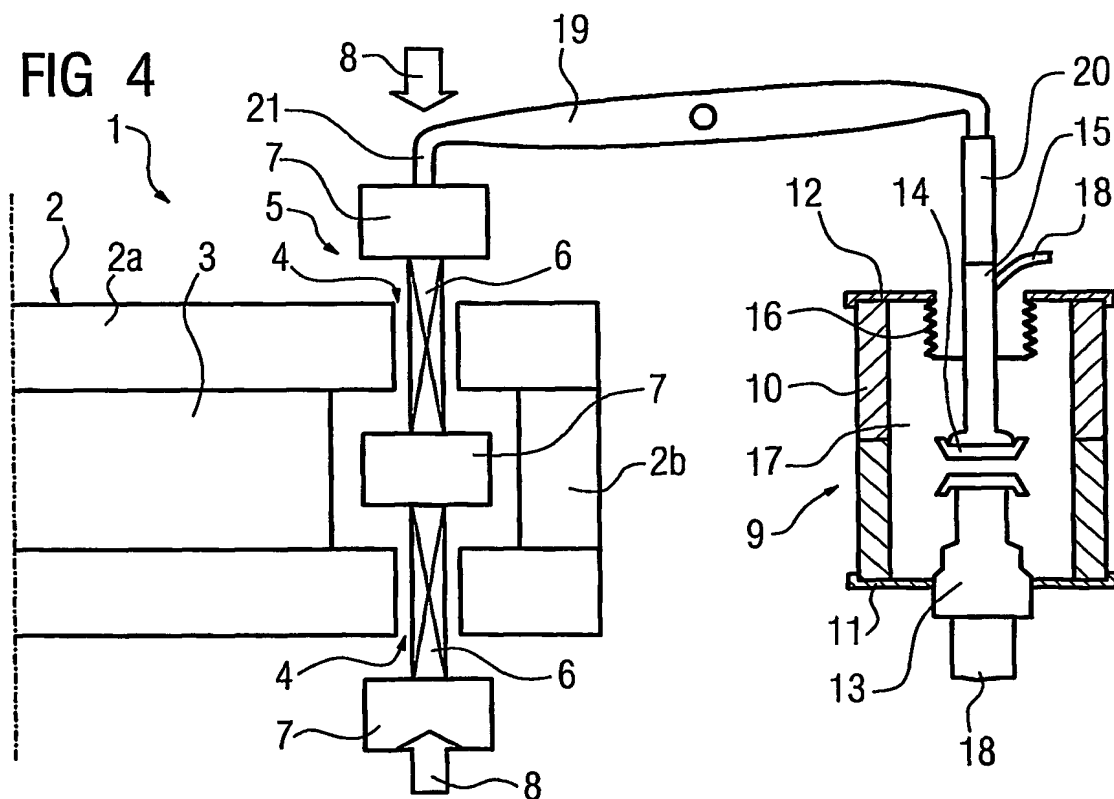
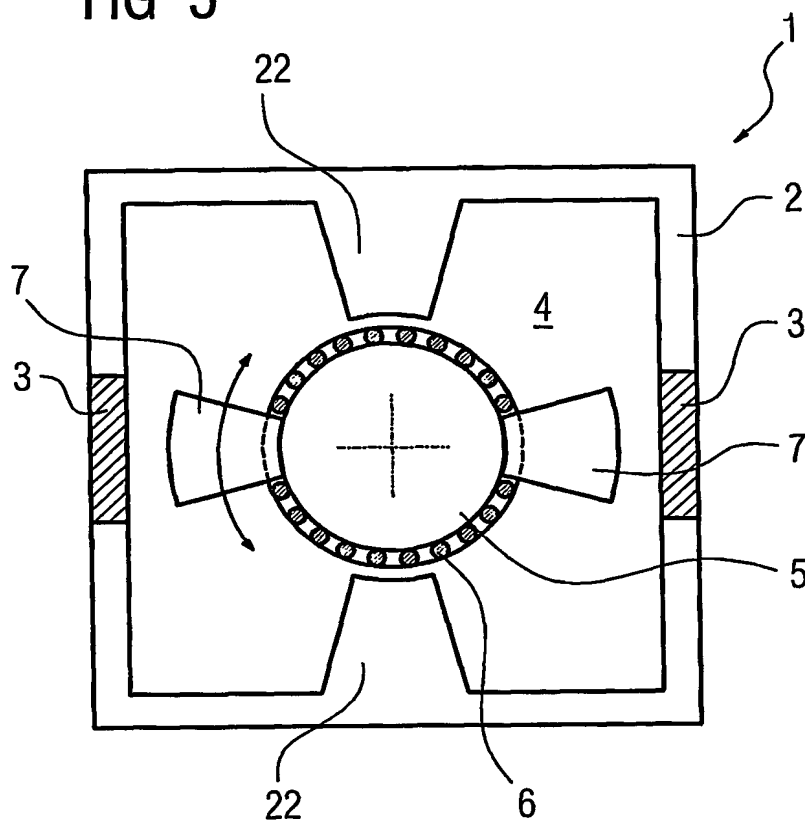


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/DE 03/04205

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01H33/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 H01H H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 373 675 B1 (SATO KIMIYA ET AL) 16 April 2002 (2002-04-16) the whole document	1-5
Y	----	6,7
X	EP 1 124 244 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 16 August 2001 (2001-08-16) the whole document	1-5
Y	----	6,7
A	GB 1 019 861 A (CREED & CO LTD) 9 February 1966 (1966-02-09) the whole document	1-7
A	US 5 115 158 A (VAILLANT DE GUELLIS HUBERT ET AL) 19 May 1992 (1992-05-19) the whole document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 April 2004

Date of mailing of the international search report

15/04/2004

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ruppert, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/04205

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6373675	B1	16-04-2002	JP 2000268683 A	29-09-2000
EP 1124244	A	16-08-2001	JP 2001297912 A	26-10-2001
			CN 1312568 A	12-09-2001
			EP 1124244 A2	16-08-2001
GB 1019861	A	09-02-1966	NONE	
US 5115158	A	19-05-1992	FR 2625382 A1	30-06-1989
			DE 3869098 D1	16-04-1992
			EP 0322318 A1	28-06-1989
			WO 8906063 A1	29-06-1989
			JP 2502782 T	30-08-1990

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04205

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01H33/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01H H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 373 675 B1 (SATO KIMIYA ET AL) 16. April 2002 (2002-04-16) das ganze Dokument	1-5
Y	----	6,7
X	EP 1 124 244 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 16. August 2001 (2001-08-16) das ganze Dokument	1-5
Y	----	6,7
A	GB 1 019 861 A (CREED & CO LTD) 9. Februar 1966 (1966-02-09) das ganze Dokument	1-7
A	US 5 115 158 A (VAILLANT DE GUELIS HUBERT ET AL) 19. Mai 1992 (1992-05-19) das ganze Dokument	1-7

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

2. April 2004

Abmeldedatum des Internationalen Recherchenberichts

15/04/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ruppert, H

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inventor Aktenzeichen

PCT/DE 03/04205

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6373675	B1	16-04-2002	JP 2000268683 A	29-09-2000
EP 1124244	A	16-08-2001	JP 2001297912 A	26-10-2001
			CN 1312568 A	12-09-2001
			EP 1124244 A2	16-08-2001
GB 1019861	A	09-02-1966	KEINE	
US 5115158	A	19-05-1992	FR 2625382 A1	30-06-1989
			DE 3869098 D1	16-04-1992
			EP 0322318 A1	28-06-1989
			WO 8906063 A1	29-06-1989
			JP 2502782 T	30-08-1990